

Implementasi Inverter Pure Sine Wave Untuk Pemanfaatan Energi Surya

Abdul Muis Prasetya¹, Sofian²

¹²Teknik Elektro, Universitas Borneo Tarakan

¹prasetya.electric@borneo.ac.id

ABSTRAK

Energi listrik merupakan kebutuhan yang sangat vital dalam kehidupan manusia sehari-hari. Berdasarkan konsumsi energi listrik di semua sektor cenderung akan meningkat terus setiap tahunnya dengan laju pertumbuhan 9% per tahun. Perbandingan kebutuhan energi listrik tidak sebanding dengan sumber energi yang tersedia membuat tidak semua kebutuhan energi listrik terpenuhi. Kondisi ini menyebabkan terjadinya krisis pasokan listrik dan menimbulkan pemadaman listrik. Upaya untuk memenuhi kebutuhan energi yang terus meningkat guna menekan konsumsi energi fosil memacu dikembangkannya sumber alternatif dari energi angin dan energi surya.

Energi angin dan energi surya pada dasarnya akan menghasilkan tegangan DC (*Direct Current*), sedangkan peralatan listrik pada umumnya menggunakan sumber listrik AC (*Alternating Current*), untuk itu perlu sebuah alat konversi energi listrik DC menjadi AC atau biasa disebut inverter. Inverter dapat digunakan sebagai *emergency* sistem saat aliran listrik utama padam. Berdasarkan permasalahan kebutuhan energi listrik peneliti melakukan implementasi inverter *pure sine wave* yang dapat mengkonversi tegangan DC ke tegangan AC sebagai bentuk pemanfaatan energi baru dan terbarukan yang dapat digunakan untuk menjaga ketersediaan listrik. Hasil penelitian menunjukkan inverter mampu membangkitkan gelombang *pure sine wave* dengan frekuensi 50 Hz dan tegangan 220 Volt.

Kata kunci : inverter, listrik, *sine wave*

ABSTRACT

Electrical energy is a vital necessity in everyday human life. Based on the electric energy consumption in all sectors are likely to increase steadily each year with the growth rate of 9% per year. Comparison of electrical energy needs is not comparable with the available energy sources making not all electrical energy needs met. This condition causes the power supply crisis and cause power outages. Efforts to meet the energy needs increasing in order to reduce fossil energy consumption to spur the development of alternative sources of energy wind and solar energy.

Wind energy and solar energy basically will produce a DC voltage (Direct Current), whereas electrical equipment generally uses an AC power source (Alternating Current), for that we need a DC electrical energy conversion device into AC or commonly called an inverter. The inverter can be used as an emergency system when the main power outages. The inverter can be used as an emergency system when the main power outages. Based on the problems of electric energy needs of researchers implement pure sine wave inverter to convert the DC voltage to AC voltage as a form of utilization of new and renewable energy that can be used for ensuring the availability of electricity. Results showed able menbangkitkan wave inverter pure sine wave with a frequency of 50 Hz and a voltage of 220 Volt.

Keyword: inverter, electrical, *sine wave*

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik yang sangat tinggi seiring dengan perkembangan jumlah penduduk dan lingkup kebutuhan lainnya, dan sebagian besar masyarakat bergantung pada sumber energi listrik primer dari Perusahaan Listrik Negara (PLN), kondisi ini secara langsung menuntut produksi energi listrik yang dihasilkan oleh PLN juga semakin tinggi. Tentu hal ini berdampak pada kualitas sumber daya alam karena konsumsi bahan bakar yang tinggi oleh PLN untuk memenuhi permintaan energi listrik, disamping itu PLN juga masih bergantung pada bahan bakar fosil dalam memproduksi energi listrik sebagai upaya untuk memenuhi kebutuhan energi yang terus meningkat. Guna menekan konsumsi energi berbasis fosil memacu dikembangkannya berbagai energi alternatif diantaranya seperti biomassa, panas bumi, energi air, energi angin dan energi surya [1].

PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) adalah peralatan pembangkit listrik yang mengubah cahaya matahari menjadi listrik. PLTS pada dasarnya adalah catu daya dan dapat dirancang untuk kebutuhan listrik yang kecil sampai besar, baik secara mandiri, maupun dengan *hybrid* (dikombinasikan dengan sumber energi lain). PLTS termasuk pembangkit yang tergolong mudah, murah, dan ramah lingkungan dan terbarukan. Pada PLTS terjadi proses penyimpanan energi listrik yang dihasilkan oleh modul *solar cell* atau *photovoltaic*. Energi yang dihasilkan disimpan pada baterai dalam bentuk elektrokimia [2]. Pada dasarnya peralatan listrik umumnya menggunakan sumber listrik AC (*Alternating Current*), sedangkan sistem PLTS menghasilkan tegangan DC (*Direct Current*). Sistem PLTS memiliki beberapa tahapan konversi energi hingga akhirnya dapat disalurkan dan digunakan untuk pemenuhan kebutuhan listrik, salah satu tahapan tersebut adalah pengkonversian energi bentuk DC ke bentuk AC yang dilakukan oleh unit *converter* daya yang dikenal dengan nama inverter.

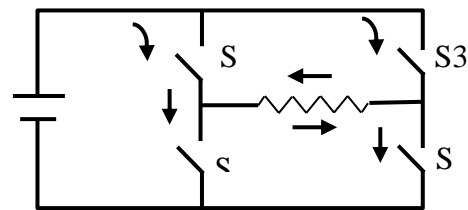
Inverter adalah salah satu perangkat elektronika yang dipergunakan untuk mengkonversi tegangan DC menjadi tegangan AC. *Output* inverter dapat berupa tegangan AC dengan bentuk gelombang sinus (*sine wave*), yaitu inverter yang memiliki

tegangan keluaran dengan bentuk gelombang sinus murni. Inverter jenis ini dapat memberikan supply tegangan ke beban (Induktor). Gelombang kotak (*square wave*), yaitu inverter dengan keluaran berbentuk gelombang kotak, inverter jenis ini tidak dapat digunakan untuk mencatu tegangan ke beban induktif. Gelombang sinus modifikasi (*sine wave modified*), yaitu inverter dengan tegangan keluaran berbentuk gelombang kotak yang dimodifikasi sehingga menyerupai gelombang sinus. Inverter juga berfungsi sebagai penyedia listrik cadangan baik di kendaraan maupun di rumah, sebagai *emergency power* saat aliran listrik rumah padam. Selain itu dimasa mendatang, inverter akan memegang peranan penting dalam mengubah energi DC dari sumber energi terbarukan seperti sel surya menjadi energi listrik AC yang di gunakan sehari-hari [3].

Berdasarkan permasalahan kebutuhan energi listrik yang semakin meningkat, penggunaan sistem PLTS sebagai energi alternatif masih membutuhkan sebuah *converter*, oleh karenanya peneliti memilih inverter *pure sine wave* yang dapat mengkonversi tegangan DC ke tegangan AC untuk pemanfaatan energi surya skala rumah tangga.

METODE

Inverter digunakan untuk mengubah tegangan *input* DC menjadi tegangan *output* AC. Keluaran inverter dapat berupa tegangan yang dapat diatur dan tegangan yang tetap. Sumber tegangan *input* inverter dapat menggunakan baterai, cell bahan bakar, tenaga surya, atau sumber tegangan DC yang lain.



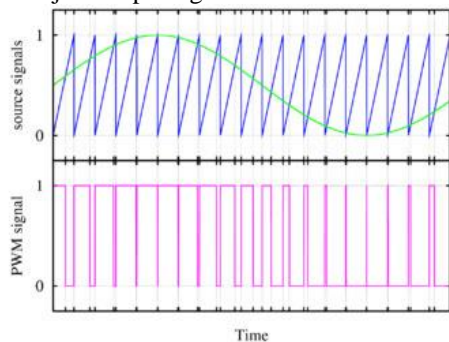
Gambar 1. Prinsip Kerja Rangkaian Inverter 1 Fasa

Prinsip kerja inverter dapat di jelaskan dengan menggunakan 4 saklar seperti yang di tunjukkan pada Gambar 1. Jika saklar S1 dan S2 dalam kondisi ON maka akan mengalir aliran arus DC ke beban R dari arah kiri ke

kanan, jika yang hidup adalah saklar S3 dan S4 maka akan mengalir aliran arus DC ke beban R dari arah kanan ke kiri. Inverter biasanya menggunakan rangkaian modulasi lebar pulsa PWM.

Pulse Width Modulation (PWM) secara umum adalah sebuah cara memanipulasi lebar sinyal yang dinyatakan dengan pulsa dalam suatu periode, untuk mendapatkan tegangan rata-rata yang berbeda. Metode PWM dinilai merupakan cara efektif untuk sistem kontrol dengan berbagai variabel-nya. Sinyal PWM pada umumnya memiliki amplitudo dan frekwensi dasar yang tetap, namun memiliki lebar pulsa yang bervariasi. Lebar pulsa PWM berbanding lurus dengan amplitudo sinyal asli yang belum termodulasi. Artinya, Sinyal PWM memiliki frekuensi gelombang yang tetap namun memiliki lebar pulsa yang bervariasi (antara 0% hingga 100%).

SPWM atau *Sinusoidal Pulse Width Modulation* merupakan suatu teknik memanipulasi lebar pulsa dengan cara membandingkan dua buah sinyal yang berbeda, yaitu sinyal referensi (biasanya sinyal sinusoidal) dan sinyal *carrier* (biasanya sinyal segitiga). Dengan demikian didapatkan sebuah lebar pulsa yang bervariasi sehingga harmonisnya bisa diminimalisir bahkan dihilangkan. SPWM ditunjukkan pada gambar berikut:

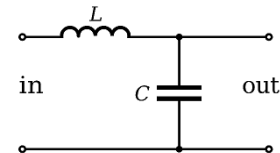


Gambar 2 Konsep dasar SPWM

Gambar 2 di atas menjelaskan bahwa gelombang hijau adalah gelombang sinyal referensi (sinusoidal) dan gelombang biru adalah gelombang sinyal *carrier* (segitiga) yang dibandingkan. Gelombang merah muda merupakan hasil perpotongan dari sinyal referensi dan *carrier* dalam siklus positif dan negatif.

LC Filter atau biasa disebut juga dengan LC Circuit, *resonant circuit*, *tank circuit*,

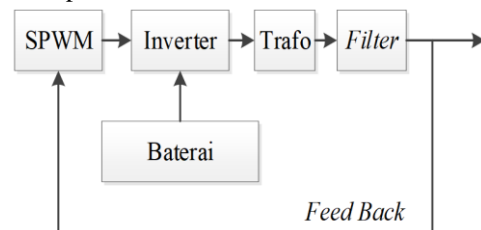
atau *tuned circuit* adalah rangkaian elektronika yang terdiri dari sebuah induktor (L) dan sebuah kapasitor (C) yang dihubungkan secara bersama. LC Filter ini biasanya digunakan untuk beberapa buah pengaplikasian yaitu seperti untuk membangkitkan sebuah sinyal dengan frekuensi tertentu, atau dapat juga berfungsi seperti *band pass filter*, yaitu melewatkan sebuah frekuensi dengan *range* tertentu dan memblokir frekuensi yang diluar *range* tersebut.



Gambar 3 LC filter

LC Filter sebagai *resonant circuit* yaitu berfungsi untuk menghilangkan *noise* pada suatu rangkaian sehingga dapat dihasilkan bentuk sinyal yang lebih bagus/*smooth*.

Tempat pelaksanaan penelitian di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Borneo Tarakan dengan waktu penelitian untuk pembuatan alat Inverter *pure sine wave* dilaksanakan selama 6 bulan pelaksanaan penelitian. Pada penelitian ini desain dan perancangan alat difokuskan pada desain inverter *pure sine wave*. Hasil perancangan sistem akan diuji dan dilakukan analisis hasil pengujian untuk memperoleh kinerja sistem secara keseluruhan dan mengklarifikasi hasil tersebut terhadap tujuan yang telah ditetapkan.



Gambar 4 Diagram Blok Sistem

Pada blok diagram diatas dapat dijelaskan bahwa sumber yang digunakan untuk membuat inverter *full bridge* 1 fasa adalah baterai, aki atau power supply sebesar 12V DC. Pada tegangan tersebut akan diubah menjadi tegangan AC. Pada proses pengubahan tegangan DC menjadi tegangan AC menggunakan 4 mosfet agar diperoleh gelombang SPWM yang berbalik dari

switching 4 mosfet tersebut. Pada proses *switching* mosfet akan di driver modul SPWM yang kemudian diteruskan ke inverter, pada inverter menggunakan 4 mosfet memiliki nilai sinyal yang berbeda, 2 mosfet akan bernilai 1 dan 2 mosfet akan bernilai 0, sehingga akan didapatkan sinyal SPWM yang bolak-balik yang akan menghasilkan tegangan AC. Dari keluaran inverter ini berupa tegangan AC yang kemudian akan masuk dalam transformator step up. transformator *step up* ini berfungsi untuk menaikkan tegangan dari 12V AC menjadi 220V AC. Keluaran dari transformator akan di filter menggunakan kapasitor.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar dibawah ini merupakan hasil rancang bangun dari inverter. Rancang bangun inverter ini dirangkai menggunakan *input* dari power supply/ baterai sebesar 12V DC dan dinaikan menggunakan trafo *step up* sehingga menghasilkan *output* sebesar 220V AC dan frekuensi 50 Hz



Gambar 5 Hasil rancangan inverter pure sine wave

Berikut ini adalah hasil dari pengujian dan pengambilan data inverter *pure sine wave*. Pengujian osilator SPWM bertujuan untuk mengetahui keluaran dari osilator dengan cara melihat gelombang dengan bantuan osiloskop. Pengujian tersebut dilakukan melalui proses perbandingan antara tampilan osiloskop dengan menggunakan rumus. Untuk memastikan modul SPWM berfungsi dengan baik maka perlu dilakukan pengujian. Adapun hasil dari pengujian sebagai berikut.



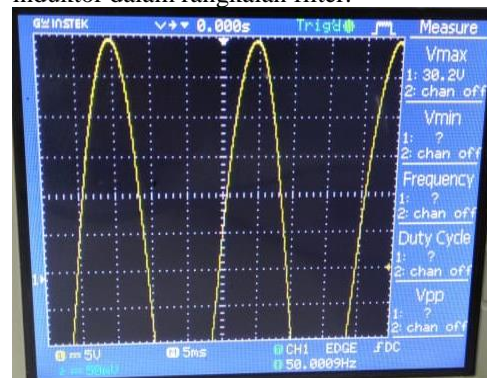
Gambar 6 Hasil gelombang osilator

$$T = \text{jumlah kotak horinzontal} \times \text{Time/Dive} \\ = 4 \times 5 \times 10^{-3} \\ = 20 \times 10^{-3}$$

$$F = \frac{1}{T} \\ = \frac{1}{20 \times 10^{-3}} \\ = \frac{1000}{20} \\ = 50 \text{ Hz}$$

Dari perhitungan manual menggunakan rumus dengan tampilan osiloskop dapat disimpulkan bahwa perbandingan perhitungan osiloskop dengan manual tidak jauh berbeda dengan tampilan osiloskop. Sehingga dapat disimpulkan bahwa perhitungan frekuensi pada osiloskop sesuai dengan perhitungan rumus yang ada dengan nilai akhir yang bisa dibaca oleh osiloskop bernilai dua angka dibelakang koma.

Dalam pengujian rangkaian inverter menggunakan filter untuk mengetahui keluaran inverter. Dalam penelitian ini hanya menggunakan filter kapasitor saja, dikarenakan trafo yang sebagai penaik tegangan juga berfungsi sebagai induktor untuk filter, sehingga tidak diperlukan lagi induktor dalam rangkaian filter.



Gambar 7 Gelombang Inverter

Pada pengujian keluaran dari inverter dengan penambahan filter pada *output* trafo. Pengukuran menggunakan osiloskop untuk melihat tampilan gelombang yang dihasilkan yaitu sinusoidal dan tegangan *peak to peak* tegangan dari batas bawah hingga batas atas (V_{pp}) 615 V, tegangan puncak (V_p) 307.5 V dan tegangan efektif atau yang terukur pada alat ukur (V_{rms}) 217.43 V.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian didapatkan sebuah inverter *pure sine wave* yang dapat mengkonversi tegangan DC ke tegangan AC sebagai bentuk pemanfaatan energi baru dan terbarukan yang dapat digunakan untuk menjaga ketersediaan listrik. Hasil penelitian menunjukkan inverter mampu membangkitkan gelombang *pure sine wave*

dengan frekuensi 50 Hz dan tegangan 220 Volt.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Majid, A., Eliza, & Hardiansyah, R., "Alat Automatic Transfer Switch (ATS) Sebagai Sistem Kelistrikan Hybrid Sel Surya Pada Rumah Tangga. Jurnal Surya Energy, 2018, Vol. 2 No. 2., 172-178.
- [2] Mulyadi, A., Zulfikar, & Zulhelmi. Desain Sistem Transfer Beban Otomatis dari Sumber PLN ke PLTS Pada Waktu Beban Puncak (WBP). Jurnal Online Teknik Elektro, 2017, Vol.2 No.4, 73-77.
- [3] Badri, M. A., Kurniawan, E., & Ekaputri, C., "Desain dan Implementasi Inverter 1 Fasa Pada Catu Daya Cadangan Untuk Sistem Hybrid". e-Proceeding of Engineering, 2017, Vol.5, No.1, 5-14.